

**PERAMALAN TINGKAT PRODUKSI KAKAO TAHUN 2021
DI PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN METODE
*DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING BROWN***

SKRIPSI

**TRI HANDAYANI
0703162008**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

**PERAMALAN TINGKAT PRODUKSI KAKAO TAHUN 2021
DI PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN METODE
*DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING BROWN***

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Dalam Sains dan Teknologi*

**TRI HANDAYANI
0703162008**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Tri Handayani
Nomor Induk Mahasiswa	: 0703162008
Program Studi	: Matematika
Judul	: Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double exponential Smoothing Brown</i> .

dapat disetujui untuk segera *dimunqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 29 Desember 2020 M
14 Jumadil Awal 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si
NIDN. 2013078401

Rima Aprilia, M.Si
NIDN. 0130048801

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Tri Handayani
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162008
Program Studi : Matematika
Judul : Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun
2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan
Metode *Double Exponential Smoothing*
Brown.

Menyatakan benar bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 11 November 2020

Tri Handayani
NIM. 0703162008



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.050/ST/ST.V.2/PP.01.1/03/2021

Judul : Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021
di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode
Double Exponential Smoothing Brown.
Nama : Tri Handayani
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162008
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi
Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan
dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Selasa, 29 Desember 2020
Tempat : Daring (*Via Zoom*)
Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Dr. Sajaratud Dur, ST., MT
NIDN. 2013107302

Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si
NIDN. 2013078401

Rima Aprilia, M.Si
NIDN. 0130048801

Penguji III,

Penguji IV,

Dr. Ismail Husein, M.Si
NIDN. 2022049101

Dr. Fibri Rakhmawati, M.Si
NIDN. 2011028001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan, MA
NIDN. 2005096601

ABSTRAK

Produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara dari Tahun 2007 sampai dengan 2018 cenderung mengalami penurunan. Rendahnya produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara dibawah kondisi optimal yang berdampak pada sektor perekonomian, maka perlu dilakukan peramalan dalam rangka menunjang peningkatan pembangunan industri kakao yang akan datang di Provinsi Sumatera Utara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil jumlah produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan metode *double exponential smoothing brown*. Dengan nilai parameter $\alpha = 0,4$ dan nilai $MAPE = 8,96\%$ memperoleh bentuk persamaan peramalan tingkat produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan *double exponential smoothing brown* adalah $F_{t+m} = 36.795,99 - 2.803,05(m)$. Dari hasil penelitian, jumlah produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara memperoleh $\approx 28.386,84$ ton.

Kata kunci : Produksi Kakao, Peramalan, *Double Exponential Smoothing Brown*

ABSTRACT

Cocoa production in North Sumatera Province from 2007 to 2018 tends to decline. The low cocoa production in North Sumatera Province is below optimal conditions which impact on the economic sector, so forecasting is necessary in order to support the development of the upcoming cocoa industry in North Sumatera Province. The purpose of this study was to determine the amount of cocoa production in 2021 in North Sumatera Province using the double exponential smoothing brown method. With parameter values $\alpha = 0,4$ and values $MAPE = 8,96\%$ obtaining the form of the equation for forecasting the level of cocoa production in 2021 in North Sumatera Province using double exponential smoothing brown is $F_{t+m} = 36.795,99 - 2.803,05(m)$. From the research result, the amount of cocoa production in 2021 in North Sumatera Province obtained $\approx 28.386,84$ tons.

Keyword : Cocoa Production, Forecasting, Double Exponential Smoothing Brown

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr,wb

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas ramat serta karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*”**.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan tidak terlepas atas bantuan baik moril maupun materil serta arahan dan dorongan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Syahrin Harahap, M.A selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Sajaratud Dur, M.T selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan, serta dosen-dosen dan staff administrasi yang telah membantu selama proses penyelesaian skripsi.
4. Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si dan Rima Aprilia, M.Si selaku Pembimbing Skripsi saya yang senantiasa memberikan banyak arahan dan bimbingan kepada peneliti dalam penyelesaian skripsi.
5. Dr. Rina Filia Sari, M.Si selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menempuh pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
6. Bapak Almarhum M. Yamin dan Ibu Sulastri selaku orang tua peneliti yang telah membimbing dan mengarahkan dengan penuh kasih sayang serta memberikan arti sebuah kesabaran dalam menjalani kehidupan.
7. Ali Syafrianto dan Dedy Handoko selaku abang peneliti yang senantiasa memberikan kasih sayang, semangat serta motivasi yang mendukung.

8. Kepada seluruh teman-teman Jurusan Matematika stambuk 2016 dan kakak-kakak stambuk 2015 yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu telah mendukung dan memberikan semangat kepada peneliti dalam penyelesaian skripsi.

Peneliti berharap skripsi ini dapat bermafaat serta menambah wawasan ilmu pengetahuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan mendatang.

Medan, 29 Desember 2020

Tri Handayani
NIM. 0703162008

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Peramalan	6
2.1.1 Teknik Peramalan	6
2.1.2 Jenis-Jenis Peramalan	7
2.2 Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	8
2.3 Metode Pemulusan (<i>Smoothing</i>)	10
2.4 Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>	12
2.5 Pemilihan Parameter α Terbaik	14
2.6 Penelitian Relevan	14
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19

3.2 Jenis Penelitian	19
3.3 Teknik Pengumpulan Data	19
3.4 Prosedur Penelitian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pengumpulan Data	21
4.2 Analisis Data dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> <i>Brown</i>	22
4.3 Pemilihan Parameter α Terbaik	27
4.4 Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing</i> <i>Brown</i>	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Pola Data Horizon	9
2.2	Pola Data <i>Trend</i>	9
2.3	Pola Data Musiman	10
2.4	Pola Data Siklis	10
4.1	Grafik Produksi Kakao di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2007- 2018	22
4.2	Grafik <i>Smoothing</i> dan Peramalan Produksi Kakao di Provinsi Sumatera Utara	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
4.1	Data Jumlah Produksi Kakao di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2007-2018	21
4.2	Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i> dengan Parameter $\alpha = 0,1$	26
4.3	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,1$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>	27
4.4	Nilai MAPE untuk Parameter $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$	28
4.5	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,4$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,2$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
2	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,3$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
3	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,5$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
4	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,6$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
5	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,7$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
6	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,8$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
7	Nilai <i>Precentage Error</i> dengan Parameter $\alpha = 0,9$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode <i>Double Exponential Smoothing Brown</i>
8	Surat Izin Pengambilan Data (Riset)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan perkebunan yang memegang peran penting dalam perekonomian yakni sebagai penghasil devisa, sumber pendapatan petani, mendorong agroindustri dalam negeri dan agribisnis, pencipta lapangan pekerjaan, pelestarian lingkungan serta pengembangan wilayah.

Volume ekspor kakao pada tahun 2018 mencapai 380,75 ribu ton. Saat ini Indonesia menduduki peringkat ke-3 produsen kakao di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana dengan hasil produksi tahun 2018 sebesar 593,83 ribu ton. Dari hasil produksi sekitar 95% hasil kakao diperoleh dari perkebunan rakyat pada areal 1,68 juta hektar dengan 60% areal kakao Indonesia berada di wilayah Sulawesi (Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian, 2019).

Indonesia sebenarnya memiliki peluang menjadi produsen utama kakao di dunia, apabila agribisnis kakao dikelola dan dikembangkan secara baik dan berbagai permasalahan utama yang dihadapi perkebunan kakao dapat diatasi. Indonesia memiliki lahan potensial yang cukup besar untuk pengembangan kakao yaitu lebih dari 6,2 juta hektar di wilayah Irian Jaya, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Maluku dan Sulawesi Tenggara. Kebun yang telah dibangun masih memiliki peluang untuk ditingkatkan produktivitasnya karena produktivitas rata-rata saat ini kurang dari 50% potensinya (Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian, 2016).

Pengembangan kakao di Indonesia masih menghadapi tantangan yang menuntut untuk segera melakukan peningkatan dan perbaikan diantaranya kualitas produk yang belum berdaya saing, rendahnya produktivitas dibawah kondisi optimal dan kelembagaan petani yang kurang memiliki posisi tawar dalam perdagangan/akses pasar yang rendah. Untuk itu, strategi pengembangan kakao

kedepan yang akan dilakukan pemerintah ialah dengan peningkatan produksi dan produktivitas berbasis kawasan kakao melalui program BUN-500 (perluasan, peremajaan, rehabilitasi, intensifikasi, GAP dan inovasi teknologi perbenihan modern (Direktorat Jendral Perkebunan Kementrian Pertanian, 2019).

Kementrian Pertanian telah menetapkan target utama dalam meningkatkan ekspor 3 kali lipat salah satunya ialah komoditas kakao yaitu peningkatan produksi kakao sebesar 7% sampai tahun 2024 (Direktorat Jendral Perkebunan Kementrian Pertanian, 2020).

Di Indonesia, Provinsi Sumatera Utara termasuk salah satu penghasil kakao terbesar setelah Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Sumatera Utara merupakan daerah perkebunan yang cukup potensial, dimana salah satu komoditas unggulan perkebunan Sumatera Utara adalah kakao setelah kelapa sawit dan karet. Kakao juga termasuk salah satu komoditas ekspor Sumatera Utara yang cukup penting sebagai penghasil devisa selain komoditas kelapa sawit dan karet. Lebih dari 90% kakao di Sumatera Utara diproduksi oleh petani kecil yang memiliki kendala finansial dalam mengoptimalkan kapasitas produksi kakao karena masih dikelola secara manual.

Produksi kakao Provinsi Sumatera Utara dari Tahun 2016 sampai Tahun 2018 cenderung mengalami penurunan setiap tahunnya. Berdasarkan dari data statistik Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara, produksi kakao pada Tahun 2016 sebesar 45.045,00 ton menurun menjadi 42.191,33 ton pada Tahun 2017. Pada Tahun 2018 produksi kakao mengalami penurunan menjadi 35.430,38 ton dari Tahun 2017.

Penurunan jumlah produksi kakao disebabkan rendahnya produktivitas kebun kakao dan terjadi pengurangan lahan areal perkebunan kakao, yang dimana kakao kini dari hasil perkebunan rakyat dan perkebunan besar swasta (PBS).

Penurunan jumlah produksi kakao yang tidak terduga bisa mengakibatkan kesulitan baik petani kakao maupun pemerintah, yang bisa berdampak pada sektor perekonomian. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalamantisipasi permintaan ekspor dan konsumsi kakao di Indonesia adalah dengan melakukan peramalan produksi kakao untuk periode di masa yang akan mendatang, sehingga

diharapkan dapat memberikan informasi mengenai jumlah produksi kakao dalam rangka menunjang peningkatan pembangunan industri kakao.

Peramalan merupakan salah satu metode yang dipakai dalam memprediksi ketidakpastian di masa yang akan mendatang dalam upaya mengambil keputusan yang lebih baik. Peramalan pada umumnya dilakukan berdasarkan data-data masa lalu yang akan dianalisis dengan metode tertentu. Data masa lalu dikumpulkan kemudian dilakukan analisis dan dihubungkan dengan perjalanan waktu. Dengan adanya faktor waktu, hasil peramalan akan dikatakan peristiwa yang akan terjadi di masa yang akan mendatang.

Dalam Alquran surah al-Luqman ayat 34, dijelaskan tentang peramalan atau menduga sesuatu yang belum pernah terjadi sebelumnya, ayat tersebut berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ عِنْدَهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنَزِّلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْحَامِ وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ مَّاذَا تَكْسِبُ غَدًا
وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ ٣٤

Artinya: “*Sesungguhnya Allah, hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari Kiamat; dan Dia-lah yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan diusahakannya besok. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui di bumi mana Dia akan mati. Sesungguhnya Allah Maha mengetahui lagi Maha Mengenal*”.

Isi kandungan ayat di atas menyatakan tentang waktu terjadinya hari kiamat ada di sisi Allah, dan Dia-lah yang menurunkan hujan, pengetahuan tentang waktu turunnya hujan dan tempat turunnya ada pada sisi Allah, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim, lelaki atau wanita, beruntung atau celaka. dan tidak ada seorang pun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan diusahakannya besok, tidak seorang pun tahu, apa yang akan dia lakukan besok dan apa yang dia lakukan, baik atau buruk. dan tiada seorang pun yang dapat mengetahui di bumi mana ia akan mati, sebagaimana tidak seorang pun tahu, di mana dia akan mati dan di mana dia akan dikubur. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahu kagi Maha Mengenal, Allah sangat tau, Dia tahu segala perkara, Dia tahu lahir perkara dan batinnya (Ash-Shabuni, 2011).

Salah satu metode untuk melakukan peramalan adalah metode *exponential smoothing*. Metode *exponential smoothing* merupakan prosedur perbaikan secara terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru (Mansyur dan Rohadi, Erfan, 2015).

Penelitian ini menggunakan metode *double exponential smoothing brown* karena metode ini tergolong dalam deret waktu (*time series*) yang menggunakan data masa lalu untuk meramalkan sesuatu di masa yang akan mendatang.

Kelebihan dari metode ini adalah sederhana dalam perhitungannya karena dapat dilakukan secara manual, dapat menggunakan data relatif sedikit, mudah disesuaikan dengan perubahan data dan metode ini memiliki ketelitian yang cukup besar.

Berdasarkan latar belakang di atas, penyusun bertujuan untuk melakukan penelitian yang berjudul, **“Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*.”**

1.2 Rumusan Masalah

Rendahnya produksi kakao di Sumatera Utara dibawah kondisi optimal dan kelembagaan petani yang kurang memiliki posisi tawar menawar dalam perdagangan pasar yang rendah. Maka dari itu, perlu dilakukan peramalan dalam upaya peningkatan produksi kakao. Masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian iini adalah bagaimana hasil peramalan produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan metode *double exponential smoothing brown*.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari penelitian di atas tujuan yang ingin diperoleh penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan metode *double exponential smoothing brown*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Peramalan produksi kakao pada Tahun 2021 dengan asumsi bahwa tidak ada perubahan luas lahan dan keadaan yang mempengaruhi produksi kakao.

2. Data yang digunakan adalah data jumlah produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2007-2018.
3. Jumlah produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara yang akan diramalkan pada Tahun 2021.
4. Metode yang digunakan adalah metode *Double Exponential Smoothing Brown*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari pembahasan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti dan Pembaca

Dapat menjadi sumber informasi mengenai konsep peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing Brown* dan dapat berguna sebagai bahan sumber acuan referensi untuk penelitian selanjutnya.

2. Bagi Pemerintah

Dapat menjadi sumber informasi atau suatu masukan bagi pemerintah dan instansi-instansi terkait untuk menghadapi permintaan akan kebutuhan kakao di masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*Forecasting*) permintaan akan produk di masa yang akan mendatang sangat penting dalam sebuah perencanaan produksi. Peramalan memiliki banyak arti, makai peramalan perlu direncanakan dan dijadwalkan sehingga akan diperlukan suatu periode waktu paling sedikit dalam periode waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu kebijaksanaan dalam menetapkan beberapa hal yang mempengaruhi kebijakan tersebut.

Peramalan merupakan seni atau ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan mendatang. Peramalan memerlukan data masa lalu untuk memperhitungkan data ke masa yang akan mendatang dengan beberapa bentuk model matematika (Akhmad, 2018).

Menurut Silvana (2012) terdapat tiga jenis peramalan, yaitu:

1. Peramalan Ekonomi

Peramalan ekonomi berkaitan dengan siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi, suplai uang dan indikator ekonomi dan keuangan lainnya.

2. Peramalan Teknologi

Peramalan teknologi berkaitan dengan tingkat perkembangan teknologi yang akan melahirkan peralatan atau produk baru.

3. Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan berkaitan dengan permintaan pada produk.

2.1.1 Teknik Peramalan

Teknik peramalan dibagi menjadi dua bagian yaitu peramalan dengan pendekatan kuantitatif dan peramalan dengan pendekatan kualitatif. Dari pendekatan kedua tersebut masing-masing memiliki arti yang berbeda, sehingga perlu diketahui pada kondisi yang bagaimana pendekatan kualitatif atau pendekatan kuantitatif yang dapat digunakan dalam peramalan (Yudaruddin, 2019).

1. Pendekatan Kuantitatif

Terdapat tiga kondisi yang memungkinkan pendekatan kuantitatif dapat dilakukan yaitu *pertama*, adanya data masa lalu. *Kedua*, seluruh data masa lalu yang digunakan dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik. *Ketiga*, pola data masa lalu dapat berlanjut di masa yang akan mendatang.

Metode peramalan kuantitatif terbagi atas dua jenis model peramalan, yaitu (Anwar *et al*, 2015):

- a) Model deret berkala (*time series*) yaitu metode peramalan berdasarkan penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, yang disebut deret waktu. Metode deret berkala terdiri dari metode proyeksi *trend*, metode rata-rata, metode penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*) dan metode regresi linier.
- b) Model kausal yaitu metode peramalan berdasarkan penggunaan analisa pola hubungan antara variabel lain yang mempengaruhi bukan waktu, yang disebut metode korelasi atau sebab akibat. Model kausal terdiri dari metode regresi dan korelasi, metode ekonometrika dan metode *input* dan *output*.

2. Pendekatan Kualitatif

Peramalan dengan pendekatan kualitatif berbeda dengan pendekatan kuantitatif. Dimana pendekatan kualitatif tidak memerlukan data peramalan seperti peramalan dengan pendekatan kuantitatif. Peramalan dengan pendekatan kualitatif sangat bergantung dengan nilai subjektif peramal ditambah juga dengan akumulasi dari pengetahuan dan pengalaman peramal sehingga dibutuhkan informasi dari orang yang sangat spesifik dengan kriteria tertentu. Contoh pendekatan kualitatif seperti teknik *Delphy*, *Historical Analogy* dan lainnya.

2.1.2 Jenis-Jenis Peramalann

Peramalan dapat dibedakan dari jangka waktu ramalan yang disusun, peramalan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu (Anwar *et al*, 2015):

1. Peramalan jangka panjang, peramalan ini meliputi lebih dari satu setengah tahun atau tiga semester.
2. Peramalan jangka pendek, peramalan ini meliputi kurang dari satu setengah tahun atau tiga semester.

Penetapan jadwal produksi untuk dibulan yang akan mendatang atau kurang dari satu setengah tahun sangat bergantung pada peramalan jangka pendek.

Peramalan dapat dibedakan dari sifat penyusunannya, peramalan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu (Anwar *et al*, 2015):

1. Peramalan subjektif yaitu peramalan berdasarkan atas perasaan dari orang yang menyusunnya. Dalam hal ini sudut pandang atau ketajaman pikiran seseorang yang menyusunnya sangat menentukan baik atau buruknya hasil peramalan.
2. Peramalan objektif yaitu peramalan berdasarkan atas data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan metode dalam menganalisis data tersebut.

2.2 Deret Waktu (*Time Series*)

Deret waktu (*time series*) merupakan serangkaian pengamatan data yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap. Analisis deret waktu ialah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan yang terjadi di masa yang akan mendatang untuk mengambil keputusan (Pujiati *et al*, 2016).

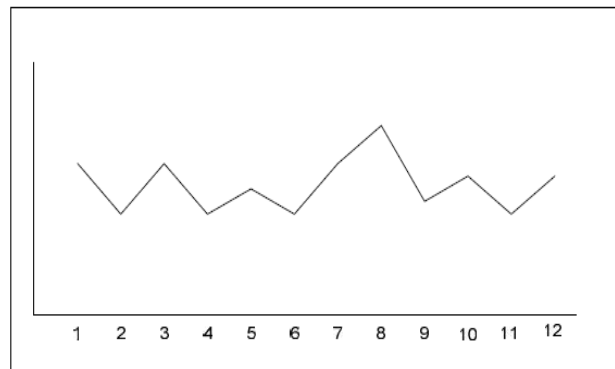
Deret waktu terbagi atas dua jenis, yaitu deret waktu diskrit dan deret waktu kontinu. Deret waktu diskrit dapat dikatakan apabila observasinya adalah x_t pada waktu $t = 1, 2, 3, \dots, n$. Sedangkan deret waktu kontinu dikatakan apabila observasinya bersifat kontinu (terbagi dalam interval) (Gurianto *et al*, 2016).

Unsur terpenting yang harus diketahui dalam melakukan sebuah peramalan menggunakan analisis statistik yaitu deret waktu (*time series*). Dalam memilih suatu metode deret waktu (*time series*) langkah terpenting adalah melakukan pemilihan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Anwar *et al*, 2015):

1. Pola Horizon (H) atau *Horizontal Data Pattern*

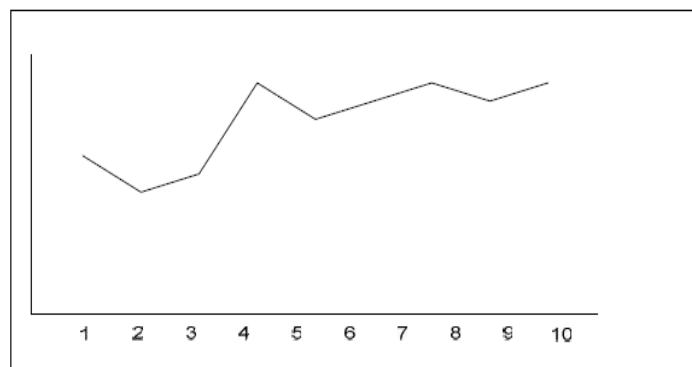
Pola horizon terjadi apabila data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang tetap. Deret ini dikatakan stationer terhadap nilai rata-ratanya. Suatu produk yang penjualannya tidak mengalami peningkatan atau penurunan selama waktu tertentu termasuk jenis pola horizon.



Gambar 2.1 Pola Data Horizon

2. Pola *Trend* (T) atau *Trend Data Pattern*

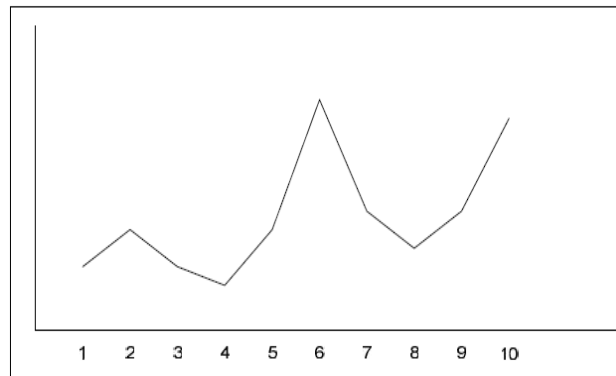
Pola *trend* terjadi apabila mengalami kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contoh pola *trend* pada produk bruto nasional (GNP), penjualan perusahaan dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya, selama perubahan sepanjang waktu.



Gambar 2.2 Pola Data Trend

3. Pola Musiman (S) atau *Sessional Data Pattern*

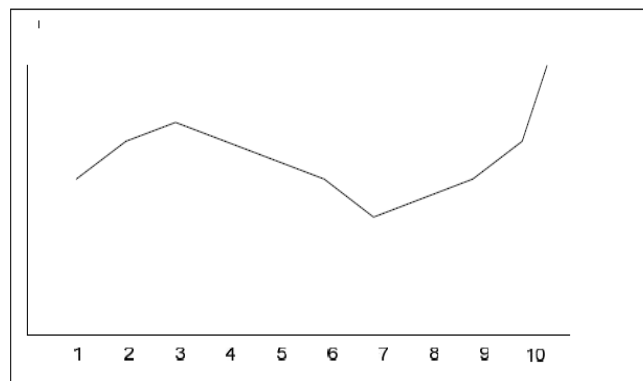
Pola musiman terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman, misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu atau waktu-waktu tertentu. Pola musiman biasanya pada penjualan dari produk makanan ringan, minuman ringan dan es krim.



Gambar 2.3 Pola Data Musiman

4. Pola Siklis (S) atau *Cyclied Data Pattern*

Pola siklis terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang. Contohnya seperti pada penjualan mobil.



Gambar 2.4 Pola Data Siklis

Metode proyeksi deret waktu (*time series*), pada dasarnya terdiri dari tiga metode yaitu metode proyeksi *trend*, metode rata-rata dan metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) (Akhmad, 2018).

2.3 Metode Pemulusan (*Smoothing*)

Metode *smoothing* dipakai padai kondisi dimanai bobot data pada periode yang satu berbeda dengan data periode sebelumnya membentuk fungsi eksponensial yang disebut dengan *exponential smoothing* (Anwar *et al*, 2015).

Secara umum, pemulusan (*smoothing*) dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu (Ahmad *et al*, 2019) :

1. Metode rerata (*Average*)
 - a) Metode tengah (*mean*)
 - b) Rata-rata bergerak tunggal (*single moving average*)
 - c) Rata-rata bergerak ganda (*double moving average*)
 - d) Kombinasi rata-rata bergerak lainnya.
2. Metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*)

Pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) ialah suatu metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih lama. Oleh karena itu, metode ini disebut prosedur *exponential smoothing*. Seperti halnya dengan *moving average*, metode *exponential smoothing* terdiri atas tunggal, ganda dan metode yang lebih rumit. Bentuk umum dari *exponential smoothing* adalah.

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

F_{t+1} : Peramalan satu periode kedepan
 X_t : Data aktual ada periode t
 F_t : Peramalan pada periode t
 α : Parameter pemulusan

Bila bentuk umum diperluas maka akan berubah menjadi:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) X_{t-1} + \dots + \alpha (1 - \alpha)^N X_{t-(N-1)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dari bentuk umum pemulusan di atas dapat dikatakan bahwa metode *exponential smoothing* merupakan sekelompok metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih lama atau dengan kata lain observasi yang baru diberikan bobot yang relatif lebih besar dengan nilai observasi yang lebih lama. Metode ini terdiri atas (Maranata, 2013):

1. *Single Exponential Smoothing*
 - a. Satu parameter
 - b. Pendekatan aditif

Metode ini cukup baik dipakai untuk peramalan yang memiliki pola *trend* atau yang sifatnya stasioner.

2. *Double Exponential Smoothing*

- a. Metode linier satu parameter dari *Brown*
- b. Metode dua parameter dari *Holt*

Metode ini digunakan untuk peramalan dengan data yang bersifat pola *trend*.

3. *Triple Exponential Smoothing*

- a. Pemulusan kuadratik satu parameter dari *Brown*

Metode ini dapat digunakan apabila dasar pola datanya ialah kuadratik kubik atau berorde lebih tinggi.

- b. Metode kecendrungan atau musiman tiga parameter dari *Winter*

Metode ini merupakan salah satu dari beberapa metode pemulusan eksponensial yang dapat menyelesaikan data dengan pola musiman.

4. *Exponential Smoothing* menurut Klasifikasi Pegles

2.4 Metode Double Exponential Smoothing Brown

Metode *double exponential smoothing* (Metode Linier Satu Parameter dari *Brown*) merupakan kelompok metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih lama disebut prosedur pemulusan eksponensial. Sama seperti halnya rata-rata bergerak, metode eksponensial terdiri atas tunggal, ganda dan metode yang lebih rumit. Semua memiliki sifat yang sama, yaitu nilai yang baru diberikan bobot yang relatif lebih besar dibandingkan dengan nilai pengamatan yang lebih lama (Maranata, 2013).

Metode *double exponential smoothing* merupakan model linier yang dikenalkan oleh *Brown*. Pada metode ini dilakukan proses pemulusan dua kali. Dasar metode linier satu parameter dari *Brown* serupa dengan rata-rata bergerak linier karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya jika terdapat unsure pola *trend*. Perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda dapat ditambahkan dengan nilai pemulusan tunggal dan disesuaikan untuk pola *trend* (Mansyur *et al*, 2015). Rumus yang dipakai dalam implementasi *Double Exponential Smoothing Brown* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *smoothing* pertama (S'_t)

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \dots\dots\dots (2.3)$$

2. Menentukan nilai *smoothing* kedua (S''_t)

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \dots\dots\dots (2.4)$$

3. Menentukan nilai konstanta (a_t)

$$a_t = 2S'_t - S''_t \dots\dots\dots (2.5)$$

4. Menentukan nilai *slope* (b_t)

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \dots\dots\dots (2.6)$$

5. Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

S'_t : Nilai pemulusan eksponensial tunggal pertama

S''_t : Nilai pemulusan eksponensial ganda kedua

a_t : Besarnya konstanta periode t

b_t : *Slope* atau nilai *trend* dari data yang sesuai

F_{t+m} : Nilai peramalan untuk periode ke depan

X_t : Nilai aktual untuk periode t

α : Parameter pemulusan

m : Jumlah periode ke depan yang akan diramal

Untuk menggunakan rumus di atas, maka nilai S'_{t-1} dan S''_{t-1} harus sudah tersedia. Tetapi pada saat $t = 1$, nilai tersebut tidak tersedia. Karena nilai ini harus ditentukan di awal periode, untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan menetapkan nilai S'_1 dan S''_1 sama dengan nilai X_1 (data aktual) (Pujiati *et al*, 2016).

Penentuan parameter (α) pada metode *Double Exponential Smoothing Brown* nilai parameter ini di dalam prakteknya hanya mengambil nilai kisaran

yang terbatas, walaupun secara teoritis α dapat dianggap bernilai antara 0 sampai 1 yang besar kecilnya nilai mempengaruhi seluruh proses peramalan. Cara menentukan nilai parameter (α) terbaik dapat dilakukan dengan menggunakan *trial and error*.

2.5 Pemilihan Parameter α Terbaik

Mansyur dan Erfan Rohadi (2015) mengemukakan ketepatan peramalan yang akan datang sangat penting. Salah satu cara untuk mengevaluasi teknik peramalan ialah *Mean Absolute Precentage Error* (MAPE). Perhitungan kesalahan dalam peramalan dilakukan untuk mencari presentase kesalahan dari perhitungan peramalanii dan nilai kesalahan presentase absolute dari suatu peramalan.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

n : Banyaknya periode

PE_t : Kesalahan presentasenya (*precentage error*)

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

X_t : Nilai aktual untuk periode t

F_t : Nilai ramalan periode t

Semakin kecil nilai MAPE yang didapat, maka nilai taksiran peramalan semakin mendekati nilai yang sebenarnya, atau metode yang dipakai merupakan metode yang terbaik (Pujiati *et al*, 2016).

2.6 Penelitian Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Santoso *et al* pada tahun 2018 dengan hasil pebelitiannya yang menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat memprediksi penjualan barang yang akan datang dan juga dapat membantu dalam mengambil berbagai keputusan. Pemilik toko juga lebih muda dalam mengelola data barang dan data transaksi penjualan. Kelebihan dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang dirancang sangat baik dalam membantu prediksi penjualan barang di masa

yang akan datang. Kekurangan pada penelitian ini tidak dijelaskan bagaimana perhitungan dengan metode *double exponential* untuk merancang sistem prediksi penjualan.

Penelitian yang dilakukan oleh Gurianto *et al* pada tahun 2016 dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Samarinda dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial dari ganda *brown* dengan α optimal sebesar 0,52 dengan jumlah penduduk pada tahun 2014 adalah 843.653 jiwa, tahun 2015 adalah 877.672 jiwa, dan tahun 2016 adalah 911.691 jiwa. Sedangkan dengan metode pemulusan eksponensial dari tripel dengan α optimal sebesar 0,4 dengan jumlah penduduk pada tahun 2014 adalah 854.766 jiwa, tahun 2015 adalah 898.647 jiwa, dan tahun 2016 adalah 944.716 jiwa. Ketepatan peramalan dari metode pemulusan eksponensial ganda dari *brown* adalah MAD (12.973) dan MAPE (2,4548), sedangkan dengan metode pemulusan eksponensial tripel dari *brown* adalah MAD (14.709) dan MAPE (2,7589). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa peramalan penduduk pada Kota Samarinda dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial ganda dari *brown* menghasilkan nilai MAD dan MAPE lebih kecil dari pada metode pemulusan eksponensial tripel dari *brown*. Kelebihan dari penelitian ini sudah menjelaskan kedua metode dengan mendapatkan hasil peramalan dan *trial and error* sehingga pemerintah dapat mempertimbangkan metode mana yang akan dipakai. Kekurangan dari metode ini tidak memaparkan model peramalan untuk periode kedepan.

Penelitian yang dilakukan oleh Pujiati *et al* pada tahun 2016 dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa Peramalan IHK Kota Samarinda dari bulan Januari 2009 sampai dengan Desember 2015 adalah $\alpha = 0,61$ dengan nilai MAPE sebesar 2,1421 dan dipilih dengan cara *trial and error*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa IHK Kota Samarinda pada bulani Januari sampai dengan Maret 2015 secara berturut-turut sebesar 121,44, 123,06 dan 124,68. Kelebihan dari penelitian ini sudah meramalkan untuk periode 3 bulan kedepan. Kekurangan dalam penelitian ini tidak membuat model peramalan untuk periode yang akan datang.

Penelitian yang dilakukan oleh Lalu Masyhudi pada tahun 2018 dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa model yang baik untuk meramalkan jumlah kunjungan wisatawan di Hotel dari bintang 1 sampai bintang 5 di Provinsi NTB tahun 2017 adalah $\alpha = 0,1$ dengan $MSE = 38.293.659$. Model yang digunakan untuk meramalkan adalah $F_{t+m} = 53.182,25 + 600,93(m)$. Kelebihan dari penelitian ini menunjukkan metode *double exponential smoothing* dari *brown* lebih baik digunakan dalam peramalan jumlah kunjungan wisatawan di Hotel bintang 1 sampai bintang 5 di NTB dibandingkan metode *average*.

Penelitian yang dilakukan oleh Lesmana *et al* pada tahun 2016 dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa perbandingan analisis kesalahan untuk kedua metode yang digunakan pada prediksi jumlah penduduk Jawa Barat maka metode *exponential growth* menunjukkan hasil ramalan yang lebih baik apabila dibandingkan dengan metode *exponential smoothing brown*. Kelebihan dari penelitian ini tidak hanya satu metode dalam penelitian yang dilakukan sehingga pemerintah dapat mempertimbangan metode yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Putro *et al* pada tahun 2018 dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa proses perhitungan nilai *error* menggunakan *Measure Average Precentage Error* (MAPE). MAPE terkecil pada metode *Single Exponential Smoothing* pada saat nilai $\alpha = 0,2$ dengan nilai MAPE sebesar 3,992, metode *Double Exponential Smoothing* pada saat nilai $\alpha = 0,1$ dengan nilai MAPE sebesar 4,932, dan *Tripel Exponential Smoothing* pada saat nilai $\alpha = 0,1$, $\beta = 0,1$, dan $\gamma = 0,6$ dengan nilai MAPE sebesar 6,733. Dengan nilai MAPE dibawah nilai 10, maka metode *Exponential Smoothing* untuk prediksi jumlah kebutuhan air termasuk dalam kategori sangat baik. Dari hasil MAPE maka metode *Single Exponential Smoothing* lebih baik dalam memprediksi jumlah kebutuhan pemakaian air PDAM Kota Malang. Kelebihan dari penelitian ini melakukan penelitian dengan tiga metode *exponential smoothing* sehingga metode *single exponential smothing* menjadi metode terbaik dalam peramalan jumlah kebutuhan pemakaian air PDAM Kota Malang dengan hasil MAPE terendah.

Penelitian yang dilakukan oleh Siahaan dan Khairani pada tahun 2016 dengan hasil penelitian ini menunjukkan nilai parameter terbaik untuk peramalan tingkat sampah plastik adalah 0,3 dengan nilai MAPE 4,2%. Kelebihan dari penelitian ini memaparkan dengan baik setiap penyelesaian yang ada. Kekurangan dari penelitian ini tidak memaparkan model peramalan untuk periode yang akan datang.

Penelitian yang dilakukan oleh Situngkir dan Mansyur pada tahun 2018 dengan hasil penelitian yang menunjukkan persediaan listrik area Medan tahun 2018 5,84% untuk golongan sosial, 5,08% untuk golongan rumah tangga, 5,38% untuk golongan bisnis, 12,27% untuk golongan industri, 1,37% untuk golongan pemerintah. Pemakaian energi listrik paling banyak terdapat pada golongan industri dan pemakaian energi listrik paling sedikit terdapat pada golongan pemerintah. Kelebihan dari penelitian ini memaparkan dengan baik setiap penyelesaian yang ada. Kekurangan pada penelitian ini tidak memaparkan model peramalan untuk periode yang akan datang.

Penelitian yang dilakukan oleh Ariyanto *et al* pada tahun 2017 dengan hasil penelitian menunjukkan penerapan metode *double exponential smoothing holt* pada peramalan jumlah produksi tanaman pangan studi kasus Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur bahwa sistem peramalan digunakan untuk mengetahui prediksi pada masa mendatang berdasarkan tahun di Jawa Timur. Sehingga dapat membantu Badan Ketahanan Pangan Jawa Timur untuk menentukan pengambilan kebijakan kedepannya. Kelebihan dari penelitian ini mengaplikasikan metode *double exponential smoothing holt* kedalam sebuah perancangan sistem untuk meramalkan produksi tanaman pangan.

Penelitian yang dilakukan oleh Farisyah *et al* pada tahun 2019 dengan hasil penelitian yang menunjukkan metode eksponensial ganda *brown* untuk peramalan jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin di Kabupaten Majene $F_{2018+m} = 171406 + 2543,53(m)$. Dimana m adalah jumlah periode ke depan yang diramalkan; $m = 1, 2, 3, \dots, n$. Dengan nilai $MSE = 37 \times 10^{-6}$ dan nilai $SSE = 450 \times 10^{-6}$ dengan nilai parameter $\alpha = 0,5$. Nilai ramalan banyaknya

penduduk untuk periode ke-15 atau nilai ramalan pada tahun 2019 adalah 173.949 orang, untuk periode ke-16 atau nilai ramalan pada tahun 2020 adalah 176.493 orang, kemudian untuk periode ke-17 atau nilai ramalan tahun 2021 adalah 179.037 orang. Kelebihan dari penelitian ini sudah memaparkan model untuk peramalan yang akan datang.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara dan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara pada bulan Mei hingga bulan November 2020.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Menurut Sugiyono (2014) penelitian kuantitatif ialah penelitian yang berlandaskan filsafat *positivisme*, yang dilakukan terhadap sampel atau populasi tertentu yang representatif, dalam proses pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian dan analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan data kuantitatif. Data kuantitatif ialah jenis data yang dapat dihitung atau diukur secara langsung sebagai variabel angka atau bilangan. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari hasil statistik perkebunan yang dihasilkan oleh Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil statistik perkebunan Provinsi Sumatera Utara yang dihasilkan oleh Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara.

Teknik penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui petugas statistik Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dalam mencapai tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan nilai parameter (α).

Karena tidak ada dasar yang obyektif dalam penentuan besarnya parameter yang digunakan, maka dalam penelitian ini parameter ditentukan yaitu 1 angka dibelakang desimal yaitu yang dicari dengan cara *trial and error* dan

dipilih berdasarkan nilai MAPE terbaik atau nilai terkecil dengan menggunakan pada persamaan (2.8).

2. Menghitung nilai *smoothing* pertama.

Perhitungan nilai *smoothing* pertama menggunakan metode *single eksponential smoothing* (pemulusan eksponensial tunggal) dengan menggunakan pada persamaan (2.3).

3. Menghitung nilai *smoothing* kedua.

Perhitungan nilai *smoothing* kedua menggunakan metode *double exponential smoothing* (pemulusan eksponensial ganda) dengan menggunakan nilai *smoothing* pertama dengan menggunakan pada persamaan (2.4).

4. Menentukan nilai konstanta (a_t).

Menentukan nilai konstanta (a_t) mengacu terhadap penyesuaian pemulusan eksponensial tunggal dengan perbedaan pemulusan eksponensial tunggal dan pemulusan eksponensial ganda dengan menggunakan pada persamaan (2.5).

5. Menentukan nilai *slope* (b_t)

Perhitungan nilai *slope* dilakukan untuk menentukan taksiran *trend* dari periode yang satu ke periode waktu berikutnya dengan menggunakan pada persamaan (2.6).

6. Hasil peramalan produksi Kakao di Provinsi Sumatera Utara.

Setelah dilakukan perhitungan nilai *smoothing* pertama, *smoothing* kedua, nilai a_t , dan nilai b_t dengan menggunakan parameter α terbaik, maka selanjutnya dapat digunakan untuk peramalan tingkat produksi kakao pada tahun 2021 dengan menggunakan persamaan (2.7).

7. Menentukan besarnya nilai presentase *error*

Presentase *error* merupakan menghitung nilai kesalahan presentase dari suatu peramalan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9).

8. Membuat kesimpulan dan saran.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

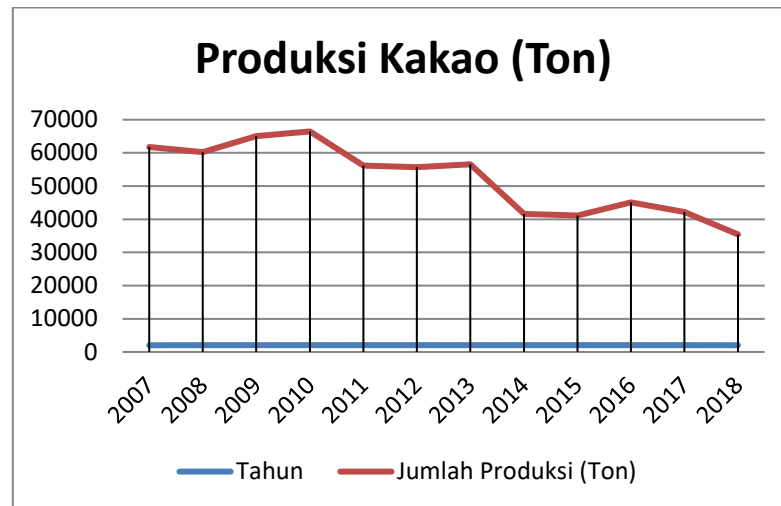
4.1 Pengumpulan Data

Data yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah jumlah produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara mulai Tahun 2007 sampai dengan Tahun 2018 yang diperoleh dari data statistik Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Jumlah Produksi Kakao di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2007-2018

Tahun	Jumlah Produksi (Ton)
2007	61.793,49
2008	60.252,66
2009	65.052,95
2010	66.467,17
2011	56.182,51
2012	55.682,43
2013	56.550,84
2014	41.618,77
2015	41.117,22
2016	45.045,25
2017	42.191,33
2018	35.430,38

Sumber: Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara



Gambar 4.1 Grafik Produksi Kakao di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2007-2018

4.2 Analisis Data dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*

Peramalan dengan metode *double exponential smoothing brown* ini dilakukan dua kali pemulusan dan kemudian dilakukan peramalan. Namun sebelumnya, harus menentukan nilai satu parameter pemulusan yaitu α untuk memuluskan data aktual deret berkala. Dalam menentukan parameter pemulusan α yang besarnya adalah $0 < \alpha < 1$ yang dicari dengan cara *trial and error* dan dipilih berdasarkan nilai MAPE (*Mean Absolute Precdntage Error*) paling minimum. Karena tidak ada dasar yang obyektif dalam menentukan besarnya parameter α yang digunakan, maka dalam penelitian ini parameter α yang ditentukan ialah 1 angka di belakang desimal. Nilai yang ditentukan adalah 0,1 sampai dengan 0,9.

Dari tabel 4.1 di atas maka dapat dibuat peramalan tentang tingkat produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara pada tahun yang akan mendatang. Dalam penyelesaian menggunakan metode *double exponential smooting brown* ada beberapa langkah yang dilakukan sesuai rumus yang ditentukan, yaitu sebagai berikut.

1. Menentukan nilai *smoothing* pertama (S'_1)

Pertama yang harus dilakukan dalam perhitungan *smoothing* menggunakan pemulusan eksponensial tunggal (*single exponential smoothing*) dengan nilai parameter $\alpha = 0,1$ dan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

❖ Untuk $t = 1$ (Tahun 2007)

Pada saat $t = 1$ nilai S'_t belum tersedia, maka dalam mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan menetapkan nilai $S'_t = X_1$ sebesar 61.793,49.

❖ Untuk $t = 2$ (Tahun 2008)

$$\begin{aligned} S'_2 &= (0,1 \times X_2) + (1 - 0,1)S'_1 \\ &= (0,1 \times 60.252,66) + (0,9 \times 61.793,49) \\ &= 6.025,27 + 55.614,14 \\ &= 61.639,41 \end{aligned}$$

❖ Untuk $t = 3$ (Tahun 2009)

$$\begin{aligned} S'_3 &= (0,1 \times X_3) + (1 - 0,1)S'_2 \\ &= (0,1 \times 65.052,95) + (0,9 \times 61.639,41) \\ &= 6.505,29 + 55.475,47 \\ &= 61.980,76 \end{aligned}$$

Seterusnya sampai perhitungan S'_t untuk $t = 4$ (Tahun 2010) sampai dengan $t = 12$ (Tahun 2018) dengan melakukan perhitungan yang sama. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

2. Menentukan nilai *smoothing* kedua (S''_t)

Untuk menentukan nilai *smoothing* kedua melakukan perhitungan *double exponential smoothing* dengan memperhatikan besarnya nilai *smoothing* pertama dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

❖ Untuk $t = 1$ (Tahun 2007)

Pada saat $t = 1$ nilai S''_t belum tersedia, maka dalam mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan menetapkan nilai $S''_1 = X_1$ sebesar 61.793,49.

❖ Untuk $t = 2$ (Tahun 2008)

$$\begin{aligned} S''_2 &= 0,1 \times S'_2 + (1 - 0,1)S''_1 \\ &= (0,1 \times 61.639,41) + (0,9 \times 61.793,49) \\ &= 6.163,94 + 55.614,14 \\ &= 61.778,08 \end{aligned}$$

❖ Untuk $t=3$ (Tahun 2009)

$$\begin{aligned} S''_3 &= 0,1 \times S'_3 + (1-0,1)S''_2 \\ &= (0,1 \times 61.980,76) + (0,9 \times 61.778,08) \\ &= 6.198,08 + 55.600,27 \\ &= 61.798,35 \end{aligned}$$

Seterusnya sampai perhitungan S''_t untuk $t=4$ (Tahun 2010) sampai dengan $t=12$ (Tahun 2018) dengan melakukan perhitungan yang sama. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

3. Menentukan nilai konstanta (a_t)

Setelah dilakukan perhitungan nilai *smoothing* pertama dan nilai *smoothing* kedua selanjutnya menghitung nilai konstanta (a_t) dengan persamaan sebagai berikut:

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

❖ Untuk $t=1$ (Tahun 2007)

$$\begin{aligned} a_1 &= 2S'_1 - S''_1 \\ &= (2 \times 61.793,49) - 61.793,49 \\ &= 61.793,49 \end{aligned}$$

❖ Untuk $t=2$ (Tahun 2008)

$$\begin{aligned} a_2 &= 2S'_2 - S''_2 \\ &= (2 \times 61.639,41) - 61.778,08 \\ &= 61.500,73 \end{aligned}$$

❖ Untuk $t=3$ (Tahun 2009)

$$\begin{aligned} a_3 &= 2S'_3 - S''_3 \\ &= (2 \times 61.980,76) - 61.798,35 \\ &= 62.163,17 \end{aligned}$$

Seterusnya sampai perhitungan a_t untuk $t=4$ (Tahun 2010) sampai dengan $t=12$ (Tahun 2018) dengan melakukan perhitungan yang sama. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

1.3 Menentukan nilai *slope* (b_t)

Menghitung nilai *slope* (b_t) menggunakan persamaan berikut:

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$$

❖ Untuk $t=1$ (Tahun 2007)

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{0,1}{1-0,1} (S'_1 - S''_1) \\ &= \frac{0,1}{0,9} (61.793,49 - 61.793,49) \\ &= 0 \end{aligned}$$

❖ Untuk $t=2$ (Tahun 2008)

$$\begin{aligned} b_2 &= \frac{0,1}{1-0,1} (S'_2 - S''_2) \\ &= \frac{0,1}{0,9} (61.639,41 - 61.778,08) \\ &= -15,41 \end{aligned}$$

❖ Untuk $t=3$ (Tahun 2009)

$$\begin{aligned} b_3 &= \frac{0,1}{1-0,1} (S'_t - S''_t) \\ &= \frac{0,1}{0,9} (61.980,76 - 61.798,35) \\ &= 20,27 \end{aligned}$$

Seterusnya sampai perhitungan b_t untuk $t=4$ (Tahun 2010) sampai dengan $t=12$ (Tahun 2018) dengan melakukan perhitungan yang sama. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

2.3 Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

Selanjutnya untuk mencari nilai peramalan (F_{t+m}) dimulai dari tahun ke-2 menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

❖ Untuk $t = 2$ (Tahun 2008)

$$F_{2+1} = a_2 + (b_2 \times 1)$$

$$F_3 = 61.500,73 + (-15,41 \times 1)$$

$$F_3 = 61.485,32$$

❖ Untuk $t = 3$ (Tahun 2009)

$$F_{3+1} = a_3 + (b_3 \times 1)$$

$$F_4 = 62.163,17 + (20,27 \times 1)$$

$$F_4 = 62.183,44$$

Seterusnya sampai perhitungan F_{t+m} untuk $t = 4$ (Tahun 2010) sampai dengan $t = 12$ (Tahun 2018) dengan melakukan perhitungan yang sama. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Dengan menggunakan langkah-langkah perhitungan yang sama, maka dapat ditentukan nilai peramalan tingkat produksi kakao tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan metode *double exponential smoothing brown* dengan nilai parameter $\alpha = 0,2$ sampai dengan nilai parameter $\alpha = 0,9$ yang dapat dilihat pada lampiran 1 sampai 7.

Berikut adalah perhitungan secara lengkap peramalan tingkat produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara dengan metode *double exponential smoothing brown* dengan parameter $\alpha = 0,1$.

Tabel 4.2 Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown* dengan parameter $\alpha = 0,1$

Tahun	X_t	S'_t	S''_t	a_t	b_t	F_{t+m}
2007	61793,49	61793,49	61793,49	61793,49	0	-
2008	60.252,66	61639,41	61778,08	61500,73	-15,41	61793,49
2009	65.052,95	61980,76	61798,35	62163,17	20,27	61485,32
2010	66.467,17	62429,40	61861,45	62997,35	63,11	62183,44
2011	56.182,51	61804,71	61855,78	61753,65	-5,67	63060,45
2012	55.682,43	61192,48	61789,45	60595,52	-66,33	61747,97

Tahun	X_t	S'_t	S''_t	a_t	b_t	F_{t+m}
2013	56.550,84	60728,32	61683,34	59773,30	-106,11	60529,19
2014	41.618,77	58817,37	61396,74	56237,99	-286,60	59667,19
2015	41.117,22	57047,35	60961,80	53132,90	-434,94	55951,39
2016	45.045,25	55847,14	60450,34	51243,95	-511,47	52697,96
2017	42.191,33	54481,56	59853,46	49109,66	-596,88	50732,48
2018	35.430,38	52576,44	59125,76	46027,13	-727,70	48512,78

4.3 Pemilihan Parameter α Terbaik

Dalam penelitian ini pemilihan parameter α terbaik dipilih berdasarkan nilai terkecil MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Nilai parameter yang ditentukan adalah 0,1 sampai dengan 0,9. Semakin kecil nilai MAPE yang didapat, maka nilai taksiran semakin mendekati nilai sebenarnya, atau metode yang dipakai merupakan metode yang terbaik (Pujiati *et al*, 2016). Kesalahan presentase dari suatu peramalan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100\%$$

Dengan $\alpha = 0,1$ untuk periode ke-2 (tahun 2008) adalah:

$$\begin{aligned}
 PE_2 &= \left(\frac{X_2 - F_2}{X_2} \right) 100\% \\
 &= \left(\frac{60.252,66 - 61.793,49}{60.252,66} \right) 100\% \\
 &= -2,56\%
 \end{aligned}$$

Lakukan perhitungan PE_t sampai dengan $t=12$ (Tahun 2018). Untuk perhitungan secara lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Nilai *Precentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,1$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*

Tahun	X_t	S'_t	S''_t	a_t	b_t	F_{t+m}	PE_t	$ PE_t $
2007	61.793,49	61793,49	61793,49	61793,49	0	-		
2008	60.252,66	61639,41	61778,08	61500,73	-15,41	61793,49	-2,56	2,56
2009	65.052,95	61980,76	61798,35	62163,17	20,27	61485,32	5,48	5,48
2010	66.467,17	62429,40	61861,45	62997,35	63,11	62183,44	6,44	6,44
2011	56.182,51	61804,71	61855,78	61753,65	-5,67	63060,45	-12,24	12,24
2012	55.682,43	61192,48	61789,45	60595,52	-66,33	61747,97	-10,89	10,89
2013	56.550,84	60728,32	61683,34	59773,30	-106,11	60529,19	-7,03	7,03
2014	41.618,77	58817,37	61396,74	56237,99	-286,60	59667,19	-43,37	43,37
2015	41.117,22	57047,35	60961,80	53132,90	-434,94	55951,39	-36,08	36,08
2016	45.045,25	55847,14	60450,34	51243,95	-511,47	52697,96	-16,99	16,99
2017	42.191,33	54481,56	59853,46	49109,66	-596,88	50732,48	-20,24	20,24
2018	35.430,38	52576,44	59125,76	46027,13	-727,70	48512,78	-36,92	36,92
Jumlah								198,24

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka dapat ditentukan nilai kesalahan persentasenya (*percentage error*) dari parameter $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$ yang dapat dilihat pada lampiran 1 sampai 7.

Setelah dicari nilai *percentage error*, maka selanjutnya adalah mencari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t|$$

Dengan $\alpha = 0,1$ dan $n = 12$, analisis kesalahannya adalah:

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \\
 &= \frac{198,24\%}{12} \\
 &= 16,52\%
 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil perhitungan secara lengkap nilai MAPE (*Mean Absolute Precentage Error*) dari parameter $\alpha = 0,1$ sampai dengan parameter $\alpha = 0,9$ yang terdapat pada tabel 4.4.

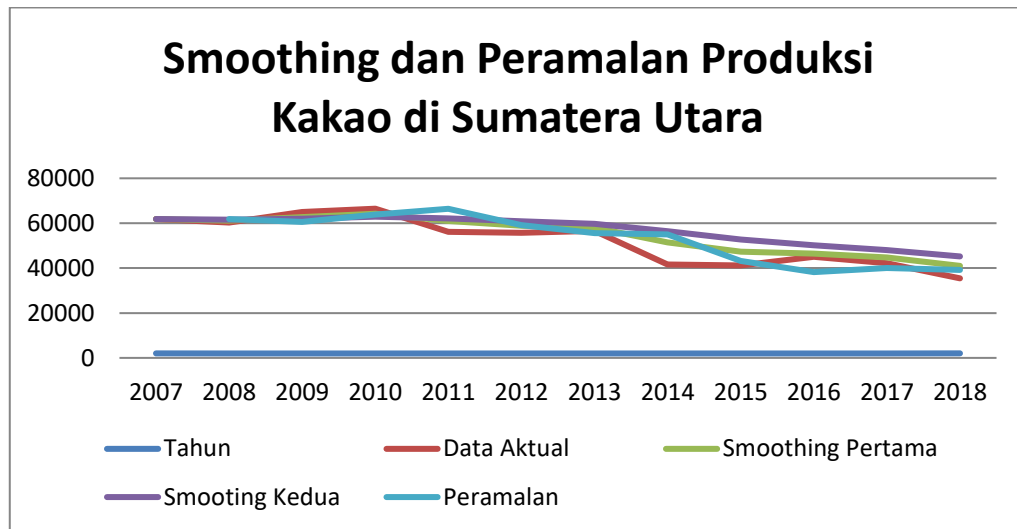
Tabel 4.4 Nilai MAPE untuk parameter $\alpha = 0,1$ sampai dengan $\alpha = 0,9$

Parameter	<i>Mean Absolute Precentage Error (MAPE)</i>
0,1	16,52%
0,2	10,84%
0,3	9,25%
0,4	8,96%
0,5	9,03%
0,6	9,56%
0,7	11,02%
0,8	12,47%
0,9	13,52%

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa nilai parameter α yang memiliki nilai MAPE terkecil adalah parameter $\alpha = 0,4$ dengan nilai $MAPE = 8,96\%$, sehingga dapat dilakukan peramalan dengan metode *double exponential smoothing brown* dengan parameter $\alpha = 0,4$.

4.4 Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*

Setelah dilakukan perhitungan nilai *smoothing* pertama, nilai *smoothing* kedua, nilai konstanta, dan nilai *slope* dengan menggunakan nilai parameter



Gambar 4.2 Grafik *Smooting* dan peramalan Produksi Kakao di Sumatera Utara

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.5, maka dapat dilakukan menghitung nilai peramalan tingkat produksi kakao tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara. Persamaan peramalan menggunakan persamaan $F_{t+m} = a_t + b_t m$, dimana nilai a_t dan b_t diambil dari Tabel 4.5 Tahun 2018. Karena tahun yang akan diramalkan adalah Tahun 2021, maka terlebih dahulu meramalkan Tahun sebelumnya yaitu Tahun 2019 dan Tahun 2020.

Berdasarkan data terakhir yang diperoleh dapat dibuat peramalan untuk tahun berikutnya, yaitu:

$$F_{t+m} = 36.795,99 + (-2.803,05)(m)$$

$$F_{t+m} = 36.795,99 - 2.803,05(m)$$

Berikut adalah cara menyelesaikan peramalan pada Tahun 2019, Tahun 2020, dan Tahun 2021.

1. Peramalan untuk periode ke-13 (Tahun 2019) ($m = 1$)

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$F_{2018+1} = a_{2018} + b_{2018}(1)$$

$$F_{2018+1} = 36.795,99 + (-2.803,05 \times 1)$$

$$F_{2019} = 36.795,99 - 2.803,05$$

$$F_{2019} = 33.992,94$$

2. Peramalan untuk periode ke-14 (Tahun 2020) ($m = 2$)

$$\begin{aligned}
 F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
 F_{2018+2} &= a_{2018} + b_{2018} (2) \\
 F_{2018+2} &= 36.795,99 + (-2.803,05 \times 2) \\
 F_{2020} &= 36.795,99 - 5.606,10 \\
 F_{2020} &= 31.189,89
 \end{aligned}$$

3. Peramalan untuk periode ke-15 (Tahun 2021) ($m = 3$)

$$\begin{aligned}
 F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
 F_{2018+3} &= a_{2018} + b_{2018} (3) \\
 F_{2018+3} &= 36.795,99 + (-2.803,05 \times 3) \\
 F_{2021} &= 36.795,99 - 8.409,15 \\
 F_{2021} &= 28.386,84
 \end{aligned}$$

Dari hasil peramalan yang telah dilakukan, diketahui bahwa tingkat produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara mengalami penurunan setiap tahunnya. Pada Tahun 2021 jumlah produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara hanya mendapatkan sebesar $\approx 28.386,84$ ton.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara dari Tahun 2007 sampai Tahun 2018 cenderung mengalami penurunan. Rendahnya jumlah produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara dibawah kondisi optimal berdampak pada sektor perekonomian.

Salah satu upaya yang harus dilakukan dalam startegi peningkatan jumlah produksi kakao ialah dengan melakukan peramalan produksi kakao untuk periode di masa yang akan mendatang. Metode peramalan yang digunakan ialah metode *double exponential smoothing brown*.

Perhitungan dengan metode *double exponential smoothing brown*, menghasilkan nilai parameter α terbaik yang diperoleh untuk peramalan tingkat produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara adalah $\alpha = 0,4$ dengan memperoleh nilai $MAPE = 8,96\%$ yang dipilih secara *trial and error*. Dengan bentuk persamaan peramalan produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara adalah: $F_{t+m} = 36.795,99 - 2.803,05(m)$. Hasil peramalan produksi kakao dari Tahun 2019-2021 adalah:

No.	Tahun	Peramalan Jumlah Produksi Kakao (Ton)
1.	2019	33.992,94
2.	2020	31.189,89
3.	2021	28.386,84

Hasil peramalan tingkat produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan metode *double exponential smoothing brown* dengan menggunakan nilai parameter $\alpha = 0,4$ menunjukkan bahwa tingkat produksi kakao di Provinsi Sumatera Utara yang semakin menurun pada setiap tahunnya, dimana diramalkan produksi kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara memperoleh sebesar $\approx 28.386,84$ ton.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil pembahasan dan kesimpulan yang telah diberikan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti dan Pembaca

Penelitian berikutnya agar dapat meneliti lebih lanjut dari peramalan tingkat produksi kakao dan meneliti lebih besar dari provinsi dengan menggunakan metode tambahan.

2. Bagi Pemerintah/Swasta

Pemerintah/swasta diharapkan agar lebih memperhatikan produktivitas tanaman kakao di Provinsi Sumatera Utara, sehingga jumlah produksi kakao dapat meningkat setiap tahunnya di Provinsi Sumatera Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad. 2018. *Manajemen Operasi Teori dan Aplikasi dalam Dunia Bisnis*. Yogyakarta: Azkiya Publishing.
- Anwar. dan Puspa, Farida. 2015. *Peramalan Bisnis dan Ekonomi*. Universitas Mataram.
- Ariyanto, Rudy. Puspitasari, Dwi. Ericawati, Fifi. 2017. Penerapan Double Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan. *Jurnal Informatika Polinema*. **Vol. 4**, No. 1. Hal: 57-62.
- Ash-Shabuni, Syaikh Muhammad Ali. 2011. *Shafwatut Tafasir*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.
- Farisyah, Ahmad. Ruliana. Aidid, Muhammad Kasim. 2019. Aplikasi Metode Ekspensial Ganda Brown dalam Peramalan Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin di Kabupaten Majene. *Variansi*. **Vol. 1**, No.2.
- Gurianto, Reyham Nopriadi. Purnamasari, Ika. Yuniarti, Desi. 2016. Peramalan Jumlah Penduduk Kota Samarinda dengan Menggunakan Metode Pemulusan Ekspensial Ganda dan Tripel dari Brown. *Jurnal Ekspensial*. **Vol. 7**, No. 1. Hal: 23-32.
- Lesmana, Elman. Supriatna, Agus. Riaman. 2016. Aplikasi Metode exponential Smoothing Brown dan Pertumbuhan Ekspensial untuk Memprediksi Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*. Hal: 361-364.
- Mansyur. dan Rohadi, Erfan. 2015. Sistem Informasi Peramalan Stok Barang di CV. Annora Asia Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. *Jurnal Informatika Polinema*. **Vol. 2**, No. 1. Hal: 45-49.

- Maranata, Lauda. 2013. *Peramalan Jumlah Produksi Kakao di Sumatera Utara dan Konsumsi Kakao di Indonesia dengan Pemulusan Eksponensial Ganda Metode Linier Satu Parameter dari Brown*. USU.
- Masyhudi, Lalu. 2018. Perbandingan Keefektifan Pemodelan Metode Moving Average dan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Pengunjung Hotel Bintang 1 sampai Bintang 5 di Provinsi NTB. *Jurnal Bina Wakya*. **Vol. 1**, No. 1. Hal: 33-37.
- Pujiati, Etri. Yuniarti, Desi. Goejantoro, Rito. 2016. Peramalan dengan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dari Brown (Studi Kasus: Indeks Harga Konsumen (IHK) Kota Samarinda. *Jurnal Ekspoenensial*. **Vol. 7**, No.1. Hal: 33-40.
- Putro, Bossarito. Furqon, M. Tanzil. Wijoyo, Satrio Hadi. 2018. Prediksi Jumlah Kebutuhan Pemakaian Air Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus: PDAM Kota Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. **Vol. 2**, No. 11. Hal: 4679-4686.
- Santoso, Danang Septiawan. Widiastuti, Ida. Kurniadi, Dedy. 2018. Prediksi Jumlah Penjualan pada Toko Karya Bandung Menggunakan Double Exponential Smoothing. *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika*. **Vol. 3**, No. 2. Hal: 87-89.
- Siahaan, Muhammad Dody Wijaya. dan Khairani, Nerli. 2016. Peramalan Tingkat Sampah Plastik yang Akan Didaur Ulang dengan Metode Double Exponential Smoothing dari Brown. *Karismatika*. **Vol. 2**, No. 1. Hal: 88-98.
- Situngkir, Licardo H. dan Mansyur, Abil. 2018. Aplikasi Metode Smoothing Eksponensial dalam Peramalan Persediaan Energi Listrik (Studi Kasus: Persediaan Energi Listrik oleh PT. PLN (PERSERO) Area Medan). *Karismatika*. **Vol. 4**, No. 2. Hal: 27-38.

Sriandari, Devi Trian. dan Purnomo, Windhu. 2015. Analisis Deret Berkala dengan Metode Double Exponential Smoothing dari Brown dalam Meramalkan Jumlah Penderita TB Paru. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*. **Vol. 4**, No. 2. Hal: 90-96.

Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.

Yudaruddin, Rizky. 2019. *Forecasting untuk Kegiatan Ekonomi dan Bisnis*. Samarinda: Pustaka Horizon.

<http://ditjenbun.pertanian.go.id/> di akses tanggal 10 Mei 2020.

Lampiran 1

Tabel 4.6 Nilai *Percentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,2$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing Brown*

[illegible]

Lampiran 2

Tabel 4.7 Nilai *Percentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,3$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

[illegible]

Lampiran 3

Tabel 4.8 Nilai *Percentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,5$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

[illegible]

Lampiran 4

Tabel 4.9 Nilai *Percentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,6$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

[illegible]

Lampiran 5

Tabel 4.10 Nilai *Precentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,7$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

[illegible]

Lampiran 6

Tabel 4.11 Nilai *Precentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,8$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

[illegible]

Lampiran 7

Tabel 4.12 Nilai *Precentage Error* dengan parameter $\alpha = 0,9$ pada Peramalan Tingkat Produksi Kakao Tahun 2021 di Provinsi Sumatera Utara dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

[illegible]

Lampiran 8



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA DINAS PERKEBUNAN

Jl. Jenderal Besar Dr. Abdul Haris Nasution No. 24 Tlp/Fax : 061-42771517, 42776293
Website : disbun.sumutprov.go.id, e-mail : disbun@sumutprov.go.id
M E D A N

Kode Pos 20143

Medan, 16 September 2020

Nomor : 071/590/4m
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Pengambilan Data (Riset)

Kepada Yth :

Wakil Dekan Bidang Akademi &
Kelembagaan Universitas Islam
Negeri Sumatera Utara

di-

MEDAN

Sehubungan dengan surat Wakil Dekan Bidang Akademik & Kelembagaan Universitas Islam Sumatera Utara Nomor B.066/ST.I/ST.V.2/TL.00/09I/2020 tanggal 07 September 2020, hal Izin Pengambilan Data (Riset) dengan ini kami beritahukan bahwa pada prinsipnya Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara memberi Izin Pengambilan Data (Riset) kepada nama mahasiswa di bawah ini :

No	Nama	NIM	Program Studi
1	Tri Handayani	0703162008	Matematika

Untuk selanjutnya melapor ke Sekretariat c/q Kasubbag Umum dan Kepegawaian Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara .

Demikian disampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



An. KEPALA DINAS PERKEBUNAN
PROVINSI SUMATERA UTARA,
SEKRETARIS



HAZLI M.MA
PEMBINA TINGKAT I
NIP. 19660728 199403 1 005

Tembusan :

1. Ibu Kepala Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara sebagai laporan
2. Peringgal